

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 月 8 日
Date of Application:

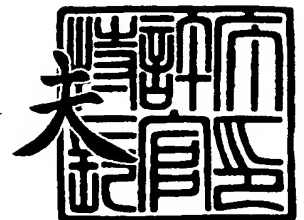
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 0 2 0 5 1
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 0 0 2 0 5 1]

出 願 人 松下電器産業株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 8 2 6 1 9

【書類名】 特許願

【整理番号】 2913050003

【提出日】 平成15年 1月 8日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F04F 1/00

【発明者】

【住所又は居所】 福岡市博多区美野島4丁目1番62号 パナソニック
コミュニケーションズ株式会社内

【氏名】 竹田 雅俊

【発明者】

【住所又は居所】 福岡市博多区美野島4丁目1番62号 パナソニック
コミュニケーションズ株式会社内

【氏名】 中野 健一

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 マイクロポンプと試料処理チップ、及びシートコネクタ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 反応チャンバが形成されたポンプ構造材と、前記反応チャンバに収容され所定圧力のガスを発生する反応剤と、前記反応剤にガスを発生させる反応開始部と、前記ポンプ構造材に設けられ、前記反応剤が発生した所定圧力のガスを前記反応チャンバから吐出口に導くチャンネルと、前記反応開始部の動作を制御する制御部とを備え、他のチップと前記ポンプ構造材が組み合わされたとき、反応したガスを該他のチップに供給するマイクロポンプであって、該ポンプ構造材と前記他のチップとの位置及び／または組み合わせが一致した場合だけに合致信号を出力する認識手段が設けられたことを特徴とするマイクロポンプ。

【請求項 2】 前記認識手段が検出した合致信号が前記制御部に送られたとき、前記制御部が前記反応開始部の動作停止を解除することを特徴とする請求項 1 記載のマイクロポンプ。

【請求項 3】 前記認識手段が、前記ポンプ構造材の表面に設けられ所定の電圧が印加された電極から構成され、前記他のチップに設けられた電極と接触したとき合致信号を出力することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のマイクロポンプ。

【請求項 4】 反応チャンバが形成されたポンプ構造材と、前記反応チャンバに収容され所定圧力のガスを発生する反応剤と、前記反応剤にガスを発生させる反応開始部と、前記ポンプ構造材に設けられ、前記反応剤が発生した所定圧力のガスを前記反応チャンバから吐出口に導くチャンネルと、前記反応開始部の動作を制御する制御部とを備え、他のチップと前記ポンプ構造材が組み合わされたとき、反応したガスを供給するマイクロポンプであって、前記ポンプ構造材及び／または該他のチップには光学的認識マークが設けられ、該光学的認識マークによってチップ認識及び／または組み合わせの判別を行う判別手段を備えたことを特徴とするマイクロポンプ。

【請求項 5】 請求項 4 記載のマイクロポンプの光学的認識マークに代えて、物理的認識マークまたは電氣的認識マークが設けられたことを特徴とするマイクロ

ポンプ。

【請求項 6】 前記判別手段と前記制御部の少なくともいずれか一方が着脱自在であることを特徴とする請求項 4 または 5 に記載のマイクロポンプ。

【請求項 7】 反応チャンバが形成されたポンプ構造材と、前記反応チャンバに収容され所定圧力のガスを発生する反応剤と、前記反応剤にガスを発生させる反応開始部と、前記ポンプ構造材に設けられ、前記反応剤が発生した所定圧力のガスを前記反応チャンバから吐出口に導くチャンネルと、前記反応開始部の動作を制御する制御部とを備え、他のチップと前記ポンプ構造材が組み合わされたとき、反応したガスを該他のチップに供給するマイクロポンプと、

前記マイクロポンプに組み合わされ、ガス導入口から該マイクロポンプから吐出されたガスをリザーバに導き、該リザーバ内に充填された試料を移送し且つこのときの流路制御を行う流路制御チップと、該流路制御チップから供給された試料を処理する処理チップを備え、前記制御部が流路制御及び／または試料の処理の制御を行うことを特徴とする試料処理チップ。

【請求項 8】 前記流路制御チップと前記処理チップとが一体となったことを特徴とする請求項 7 記載の試料処理チップ。

【請求項 9】 前記マイクロポンプと前記流路制御チップとが一体となったことを特徴とする請求項 7 記載の試料処理チップ。

【請求項 10】 前記マイクロポンプと前記流路制御チップと前記処理チップとが一体となったことを特徴とする請求項 7 記載の試料処理チップ。

【請求項 11】 前記マイクロポンプと前記流路制御チップと前記処理チップとの間の少なくともどこか 1 個所以上にシートコネクタが設けられ、該シートコネクタはガス透過膜で構成されていることを特徴とする請求項 7～10 のいずれかに記載の試料処理チップ。

【請求項 12】 前記シートコネクタが、チップ間を流れる流体の流れ方向に貫通する微細孔群を備えていることを特徴とする請求項 7～11 のいずれかに記載の試料処理チップ。

【請求項 13】 前記微細孔群が、前記流れ方向に流路断面積が縮小する円錐状の微細孔から構成されていることを特徴とする請求項 12 記載の試料処理チップ

。 【請求項 14】前記微細孔群が、前記流れ方向に流路断面積が一旦縮小し再度拡大する鼓状の微細孔から構成されていることを特徴とする請求項 12 記載の試料処理チップ。

【請求項 15】前記シートコネクタが弾性シートから構成されたことを特徴とする請求項 12～14 のいずれかに記載の試料処理チップ。

【請求項 16】前記流路制御チップの少なくとも前記リザーバの開口部には、弾性シートを有する混交汚染防止用のシール材が設けられたことを特徴とする請求項 7～10 のいずれかに記載の試料処理チップ。

【請求項 17】前記シール材が弾性多孔質の材料で構成されたことを特徴とする請求項 16 記載の試料処理チップ。

【請求項 18】前記シール材には、試料注入体を挿通させるための弾性体が貼着されたことを特徴とする請求項 17 記載の試料処理チップ。

【請求項 19】前記リザーバ内にシール材受け部が設けられたことを特徴とする請求項 16～18 のいずれかに記載の試料処理チップ。

【請求項 20】前記リザーバには、前記ガス導入口と異なった試料注入用の開口が連通されたことを特徴とする請求項 7～19 のいずれかに記載の試料処理チップ。

【請求項 21】前記リザーバの周囲が撥水加工されたことを特徴とする請求項 7～20 のいずれかに記載の試料処理チップ。

【請求項 22】前記リザーバには、試料を充填した上を覆うカバー材が設けられることを特徴とする請求項 7～21 のいずれかに記載の試料処理チップ。

【請求項 23】前記カバー材が、試料に対して不活性な流体、泡またはゲル材から構成される柔軟性部材またはガス通過材であることを特徴とする請求項 22 記載の試料処理チップ。

【請求項 24】前記リザーバには、充填した試料を吸収する吸収体が設けられたことを特徴とする請求項 7～21 のいずれかに記載の試料処理チップ。

【請求項 25】前記リザーバには、充填した試料を保持する多数のピンが設けられたことを特徴とする請求項 7～21 のいずれかに記載の試料処理チップ。

【請求項 26】チップ間に配設されて流路を連絡するシートコネクタであって、シートに流体の流れ方向に貫通する微細孔群が形成されたことを特徴とするシートコネクタ。

【請求項 27】前記微細孔群が、前記流れ方向に流路断面積が縮小する円錐状の微細孔から構成されていることを特徴とする請求項 26 記載のシートコネクタ。

【請求項 28】前記微細孔群が、前記流れ方向に流路断面積が一旦縮小し再度拡大する鼓状の微細孔から構成されていることを特徴とする請求項 26 記載のシートコネクタ。

【請求項 29】前記シートが弾性材料から構成されたことを特徴とする請求項 26～28 のいずれかに記載のシートコネクタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、チップ状にして繰返し利用できるマイクロポンプと、マイクロポンプで安定して試料を送って処理する処理チップを積層した試料処理チップ、及び試料処理チップの各チップ間で用いられるシートコネクタに関する。

【0002】

【従来の技術】

最近のナノテクノロジーや超微細加工技術の動きは目覚ましく、今後はこうした技術が融合して様々の応用技術に発展することが期待されている。

【0003】

このような融合技術の 1 つとして、半導体チップと微小アクチュエータを一体化した微小電気機械システム (MEMS) 技術、いわゆるマイクロマシンが注目されている。これは LSI と実際の仕事を受け持つアクチュエータを一体化して数 mm 角のチップに収めるものであり、微小な流体回路と LSI 回路を組み合わせることが新たな融合を生むものとして期待されている。

【0004】

しかし従来のこうしたチップは、基板上に、マイクロポンプや、その流路、セ

ンサ、マイクロバルブ、さらにはこれらを駆動するためのLSI回路が実装容易な配置で単純に組み込まれたもので、いわば1個ごとに使い捨てされるものであった。そして、この流路は概ね管径数 μm ～数百 μm のオーダーであって、マイクロポンプはこの管径の大きさに基本的な影響を受ける。従って、マイクロポンプは、一般のポンプとは隔絶した微小構造でなければならず、さらにチップに実装するために薄型でなければならぬし、微小でも搬送力、応答性に優れていなければならない。そして、制御が容易で正確でなければチップの流体回路の要素としては使えない。しかも、実装する前も、実装するときもさらに実装した後も、高いシール性が保たれる必要があるし、組み立てが容易でなければならない。

【0005】

そこで、このようなマイクロポンプとして圧電素子を使ったポンプが提案され、その製造方法が提案された(特許文献1参照)。図9は従来のマイクロポンプの構成図である。図9において、101はシリコン基板、102は熱酸化膜、103, 104はガラス基板、105はピエゾ素子、106はパイプ、107は塩化ナトリウム薄層、108は流入液体である。

【0006】

このマイクロポンプは、ダイアフラム、流路、及びバルブ部を形成したシリコン基板101をガラス基板103, 104等でサンドイッチした構造を有しており、液体のプライミング性と気泡抜け性を向上させる必要があり、また、経時後も安定した作用が継続しなければならない。そこで、このマイクロポンプを構成後に、水溶性塩類、または多価アルコール類の一種以上を含む液を注入、乾燥させ、マイクロポンプ内面にこれらの物質を付着させるものである。この内表面部に付着した水溶性塩類、または多価アルコール類が水溶液に対して湿潤性を有しており、ポンプ内へ液体を流入させることがきわめて容易に行え、気泡の排出性も向上するものである。

【0007】

しかし、このマイクロポンプは、シリコン基板101に形成された微小なダイアフラムを更に微小なピエゾ素子105で駆動することによってポンプ作用を奏するため、ポンプ特性は低く、吐出圧も吐出流量も小さい。しかもピエゾ素子1

05はシリコン基板101に取り付けられている。このような構造が微細で複雑なポンプを使っているときに、吐出する液体を変える場合、ポンプ内部の洗浄が容易でないためマイクロポンプ全体を廃棄せざるを得ないものとなり、高いランニングコストが必要となっているものである。

【0008】

マイクロポンプの大きさも基本的にピエゾ素子の大きさに支配されるし、ピエゾ素子でダイアフラムのストロークを上げようとしても限界があり、吐出圧、吐出流量を上げるためには他の新たな駆動源が必要となった。そこで、電気化学反応でガスを発生させる電気化学セル駆動ポンプが注目された（特許文献2参照）。図10は従来の電気化学セル駆動ポンプの構成図である。

【0009】

図10において、111は第1のシート、112は第2のシート、113は第3のシート、114は第1の部屋、115は第2の部屋、116は第1の部屋114に貯蔵した流体、117は第1の部屋114に取り付けた流体供給口、118は第2の部屋115に取り付けたガス導入管、119は電気化学セル、120は電源、121はスイッチである。

【0010】

従来の電気化学セル駆動ポンプは、第1のシート111、第2のシート112、第3のシート113の3枚のシートから構成される袋状体と、電気化学セル119から構成される。このとき第1のシート111には第3のシート113より大きなゴム弾性応力が与えられ、第3のシート113は第2のシート112より大きなゴム弾性応力をが与えられている。第1のシート111と第2のシート112が流体貯蔵部となる第1の部屋114を形成し、第2のシート112と第3のシート113が気体加圧部となる第2の部屋115を形成する。第1の部屋114に流体吐出口117を設け、電気化学セル119に直流電流を通電することによって発生する気体を第2の部屋115に導入することにより、流体吐出口117から流体を吐出する。

【0011】

この従来の電気化学セル駆動ポンプは、小型・軽量で使用操作性のよい流体供

給装置を提供するが、基本的にチップに実装するのに適した構成を備えておらず、マイクロポンプとしてこの電気化学セル駆動ポンプを採用するのは困難である。

【0012】

また、ポンプのほかに、従来、化学合成用のマイクロリアクタチップも提案されている（特許文献3）。図11は従来の化学合成用のマイクロリアクタチップの構成図である。図11において、130は化学合成用のマイクロリアクタチップ、131はチップ基板、131aは表面層、132は薄膜部材、133は開孔部、134は流路である。

【0013】

従来の化学合成用のマイクロリアクタチップ130を構成するチップ基板131は加工容易な材質により形成されるが、合成反応に影響を及ぼさないように、薄膜部材132が貼り付けられる側（試料と接する側）の表面には、流路134を流れる試料に対して化学反応しない材質の表面層131aが形成される。薄膜部材132は、チップ基板131と同じ平面寸法に設定され、厚みは、 $3\mu\text{m}$ ～ $500\mu\text{m}$ の範囲で設定される。また、薄膜部材132は、片面に接着剤が塗工されてこの面でチップ基板131に貼り付けられる。開孔部133は、レーザ加工又は打ち抜き加工により薄膜部材132に貫設されて形成されるものである。

【0014】

【特許文献1】

特開平5-306683号公報

【特許文献2】

特開平8-295400号公報

【特許文献3】

特開2002-27984号公報

【0015】

【発明が解決しようとする課題】

以上説明したように、微小な流体回路とLSI回路が融合したチップに大きな期待が寄せられているが、こうしたチップに組み込まれるマイクロポンプは一般

のポンプとは隔絶した微小構造であるとともに、微小でも搬送力、応答性に優れ、薄型化、繰返し利用が可能であるといった課題が解決されないと機能が果たせない。また、このマイクロポンプは制御が容易で正確でなければチップの流体回路の要素としては使えない。さらに、実装するときまた実装した後も高いシール性が要求されるし、組み立てが容易でなければならない。

【0016】

そして従来提案されたチップは、基板上に、マイクロポンプや、その流路、マイクロバルブ、さらにはこれらを駆動するためのLSI回路が実装容易な配置で単純に組み込まれるだけのもので、いわば1個ごとに使い捨てであり、マイクロポンプや流路、マイクロバルブ等がそれぞれチップモジュールとして組み合わせられ、繰返し再利用されるものではなかった。

【0017】

また、(特許文献1)で提案されたマイクロポンプは、微小なピエゾ素子で駆動することによってポンプ作用を奏するため、ポンプ特性は低く、吐出圧も吐出流量も小さい。また、吐出する液体が変わるとマイクロポンプ全体を廃棄せざるを得ないものであったために、高いランニングコストが必要となっていた。

【0018】

さらに、従来の電気化学反応でガスを発生させる電気化学セル駆動ポンプは、袋状体と電気化学セルから構成される。しかし、袋状体を使ってポンプ作用を奏する作動部とするため、基本的構成がチップに実装するのに適した構成でなく、この電気化学セル駆動ポンプをマイクロポンプとして採用するのは困難であった。

【0019】

このように、従来のマイクロポンプを踏襲する限り、数mm角のチップに搭載できる微小構造のマイクロポンプの実現は難しく、搭載を実現するためには新たな発想のマイクロポンプである必要がある。そして、このマイクロポンプは従来のポンプと異なるため、目標とするポンプ特性を安定して示し、搬送する試料と混ざり合ったりせず、制御が容易なものでなければならない。

【0020】

また、(特許文献3)で提案された従来の化学合成用のマイクロリアクタチップ130は、微量な試料の化学反応を行わせることができるが、試料を充填したマイクロリアクタチップ130を自由に持ち運ぶことはできなかった。というのは、流路134の上部を密閉するために表面部材を貼り付けたとしても、試料注入部は開口されており、このままでは試料がこぼれてチップ単体を持ち運ぶことは難しい。

【0021】

そして、マイクロリアクタチップ130に試料を注入するのはスポッティングヘッド等であって、試料を注入するためのマイクロポンプとマイクロリアクタチップ130を数mm角のチップに一体化したマイクロマシンとは無縁である。そして、マイクロポンプは様々変わる試験内容により適宜のマイクロリアクタチップ130を組み合わせモジュール化して使用するのが経済的だが、このチップモジュールを誤って組み合わせたり、あるいは反応前に誤作動等で反応を起こしたりするものでは困る。

【0022】

そこで本発明は、微小構造でチップモジュール化することができ、制御が容易で所定の特性を安定して実現でき、他チップとの装着ミスや誤動作がなく、繰返し利用できるマイクロポンプを提供することを目的とする。

【0023】

また本発明は、微小構造でチップモジュール化することができ、制御が容易で所定の特性を安定して実現でき、試料の漏れがなく携行が可能で、装着ミスや誤動作がなく、繰返し利用できる試料処理チップを提供することを目的とする。

【0024】

さらに、チップモジュール化した微小構造の複数のチップを試料の漏れがなく連絡できるシールコネクタを提供することを目的とする。

【0025】

【課題を解決するための手段】

本発明のマイクロポンプは上記課題を解決するためになされたものであって、反応チャンバが形成されたポンプ構造材と、反応チャンバに収容され所定圧力の

ガスを発生する反応剤と、反応剤にガスを発生させる反応開始部と、ポンプ構造材に設けられ、反応剤が発生した所定圧力のガスを反応チャンバから吐出口に導くチャンネルと、反応開始部の動作を制御する制御部とを備え、他のチップとポンプ構造材が組み合わされたとき、反応したガスを該他のチップに供給するマイクロポンプであって、該ポンプ構造材と他のチップとの位置及び／または組み合わせが一致した場合だけに合致信号を出力する認識手段が設けられたことを特徴とする。

【0026】

本発明は、微小構造でチップモジュール化することができ、制御が容易で所定の特性を安定して実現でき、他チップとの装着ミスや誤動作がなく、繰り返し利用できるマイクロポンプを提供することができる。

【0027】

【発明の実施の形態】

上記課題を解決するためになされた第1の発明は、反応チャンバが形成されたポンプ構造材と、反応チャンバに収容され所定圧力のガスを発生する反応剤と、反応剤にガスを発生させる反応開始部と、ポンプ構造材に設けられ、反応剤が発生した所定圧力のガスを反応チャンバから吐出口に導くチャンネルと、反応開始部の動作を制御する制御部とを備え、他のチップとポンプ構造材が組み合わされたとき、反応したガスを該他のチップに供給するマイクロポンプであって、該ポンプ構造材と他のチップとの位置及び／または組み合わせが一致した場合だけに合致信号を出力する認識手段が設けられたことを特徴とするマイクロポンプであり、マイクロポンプを微小なチップモジュール化することができ、反応剤を反応開始部で制御するから制御が容易で所定の特性を安定して実現でき、認識手段によって他のチップとの位置や組み合わせの一致を判断するため、他のチップとの装着ミスや誤動作がなく、安全かつ経済的である。

【0028】

第2の発明は、認識手段が検出した合致信号が制御部に送られたとき、制御部が反応開始部の動作停止を解除することを特徴とする請求項1記載のマイクロポンプであり、認識手段が他のチップとの位置や組み合わせの一致を検出して合致信

号を出力するため、自動的に位置や組み合わせの一致を検出でき、他のチップとの装着ミスや誤動作がなく、安全かつ経済的である。

【0029】

第3の発明は、認識手段が、ポンプ構造材の表面に設けられ所定の電圧が印加された電極から構成され、他のチップに設けられた電極と接触したとき合致信号を出力することを特徴とする請求項1または2に記載のマイクロポンプであり、電極を設けるだけで他のチップとの位置や組み合わせの一致を検出して合致信号を出力するため、安価に構成できより経済的である。

【0030】

第4の発明は、反応チャンバが形成されたポンプ構造材と、反応チャンバに収容され所定圧力のガスを発生する反応剤と、反応剤にガスを発生させる反応開始部と、ポンプ構造材に設けられ、反応剤が発生した所定圧力のガスを反応チャンバから吐出口に導くチャンネルと、反応開始部の動作を制御する制御部とを備え、他のチップとポンプ構造材が組み合わされたとき、反応したガスを供給するマイクロポンプであって、ポンプ構造材及び／または該他のチップには光学的認識マークが設けられ、該光学的認識マークによってチップ認識及び／または組み合わせの判別を行う判別手段を備えたことを特徴とするマイクロポンプであり、微小構造でチップモジュール化することができ、制御が容易で所定の特性を安定して実現でき、簡単にチップ認識が行え、他チップとの装着ミスや誤動作がなく、安全かつ経済的なマイクロポンプを提供することができる。

【0031】

第5の発明は、請求項4記載のマイクロポンプの光学的認識マークに代えて、物理的認識マークまたは電氣的認識マークが設けられたことを特徴とするマイクロポンプであり、簡単にチップ認識が行え、他チップとの装着ミスや誤動作がなく、安全かつ経済的なマイクロポンプを提供することができる。

【0032】

第6の発明は、判別手段と制御部の少なくともいずれか一方が着脱自在であることを特徴とする請求項4または5に記載のマイクロポンプであり、判別手段や制御部を繰り返して使用でき経済的である。

【0033】

第7の発明は、反応チャンバが形成されたポンプ構造材と、反応チャンバに収容され所定圧力のガスを発生する反応剤と、反応剤にガスを発生させる反応開始部と、ポンプ構造材に設けられ、反応剤が発生した所定圧力のガスを反応チャンバから吐出口に導くチャンネルと、反応開始部の動作を制御する制御部とを備え、他のチップとポンプ構造材が組み合わされたとき、反応したガスを該他のチップに供給するマイクロポンプと、マイクロポンプに組み合わされ、ガス導入口から該マイクロポンプから吐出されたガスをリザーバに導き、該リザーバ内に充填された試料を移送し且つこのときの流路制御を行う流路制御チップと、該流路制御チップから供給された試料を処理する処理チップを備え、制御部が流路制御及び／または試料の処理の制御を行うことを特徴とする試料処理チップであり、マイクロポンプや流路制御チップ、処理チップを微小なチップモジュール化することができ、反応剤を反応開始部で制御するから制御が容易で所定の特性を安定して実現でき、制御部により流路制御や試料処理制御を容易に行うことができる。

【0034】

第8の発明は、流路制御チップと処理チップとが一体となった請求項7記載の試料処理チップであり、流路制御チップと処理チップが扱い易いワンチップとなる。

【0035】

第9の発明は、マイクロポンプと流路制御チップとが一体となった請求項7記載の試料処理チップであり、マイクロポンプと流路制御チップが扱い易いワンチップとなる。

【0036】

第10の発明は、マイクロポンプと流路制御チップと処理チップとが一体となった請求項7記載の試料処理チップであり、マイクロポンプと流路制御チップと処理チップが扱い易いワンチップとなる。

【0037】

第11の発明は、マイクロポンプと流路制御チップと処理チップとの間の少なくともどこか1個所以上にシートコネクタが設けられ、該シートコネクタはガス

透過膜で構成されていることを特徴とする請求項 7～10 のいずれかに記載の試料処理チップであり、吐出孔からガスだけを流路制御チップ側に移動し、試料がマイクロポンプ側に逆流することがなく、吐出孔以外のところではシールとして機能する。

【0038】

第 12 の発明は、シートコネクタが、チップ間を流れる流体の流れ方向に貫通する微細孔群を備えていることを特徴とする請求項 7～11 のいずれかに記載の試料処理チップであり、吐出孔部のみガス、液体等の流体を移動し、吐出孔以外のところではシールとして機能することができ、製造も容易である。

【0039】

第 13 の発明は、微細孔群が、流れ方向に流路断面積が縮小する円錐状の微細孔から構成されていることを特徴とする請求項 12 記載の試料処理チップであり、逆流が防止でき、試料が漏れて周囲を汚す混交汚染（コンタミ）も防止できる。

【0040】

第 14 の発明は、微細孔群が、流れ方向に流路断面積が一旦縮小し再度拡大する鼓状の微細孔から構成されていることを特徴とする請求項 12 記載の試料処理チップであり、圧力が加わっていないときは密封性が高く、圧力が加わったときには双方向にスムーズに流体を流すことができる。

【0041】

第 15 の発明は、シートコネクタが弾性シートから構成されたことを特徴とする請求項 12～14 のいずれかに記載の試料処理チップであり、より効果的に流体の通過と、逆流防止や密閉を行うことができる。

【0042】

第 16 の発明は、流路制御チップの少なくともリザーバの開口部には、弾性シートを有する混交汚染防止用のシール材が設けられたことを特徴とする請求項 7～10 のいずれかに記載の試料処理チップであり、試料を注入した後、試料注入体を抜いた孔が弾力で塞がり、コンタミを防止できる。

【0043】

第 17 の発明は、シール材が弾性多孔質の材料で構成されたことを特徴とする請求項 16 記載の試料処理チップであり、試料を注入した後、試料注入体を抜いた孔が弾力で塞がり、搬送用の高圧ガスは透過することができるがコンタミは防止できる。

【0044】

第 18 の発明は、シール材には、試料注入体を挿通させるための弾性体が貼着されたことを特徴とする請求項 17 記載の試料処理チップであり、弾性体が存在するため試料注入体を抜いた孔の閉塞が確実に行える。

【0045】

第 19 の発明は、リザーバ内にシール材受け部が設けられたことを特徴とする請求項 16 ～ 18 のいずれかに記載の試料処理チップであり、シール材受け部が、試料注入体を挿入するときの力を受けるため試料注入体を挿入するのが容易となり、迅速に試料を充填することができる。また、シール材受け部の存在で注入された試料が表面張力で保持される。

【0046】

第 20 の発明は、リザーバには、ガス導入口と異なった試料注入用の開口が連通されたことを特徴とする請求項 7 ～ 19 のいずれかに記載の試料処理チップであり、試料注入用の開口とガス導入口が分離されたため、マイクロポンプが繰返し使用されても、マイクロポンプの連通孔へのコンタミが発生しない。

【0047】

第 21 の発明は、リザーバの周囲が撥水加工されたことを特徴とする請求項 7 ～ 20 のいずれかに記載の試料処理チップであり、コンタミ防止が表面処理だけで容易に行える。

【0048】

第 22 の発明は、リザーバには、試料を充填した上を覆うカバー材が設けられることを特徴とする請求項 7 ～ 21 のいずれかに記載の試料処理チップであり、カバー材が試料の上を覆って遮断するので、試料が連通孔側にコンタミして、漏れた試料で周辺が汚れることはない。

【0049】

第23の発明は、カバー材が、試料に対して不活性な流体、泡またはゲル材から構成される柔軟性部材またはガス通過材であることを特徴とする請求項22記載の試料処理チップであり、不活性な流体や泡やゲル材からなる柔軟性部材は柔軟に形を変えてガスも透過するためコンタミをきわめて有効に防止でき、試料を保持することもできる。発泡材等からなるガス通過材はコンタミを防止するとともにガスは透過させることができ、試料を保持することもできる。

【0050】

第24の発明は、リザーバには、充填した試料を吸収する吸収体が設けられたことを特徴とする請求項7～21のいずれかに記載の試料処理チップであり、吸収体が毛管現象の作用で試料を保持することができる。

【0051】

第25の発明は、リザーバには、充填した試料を保持する多数のピンが設けられたことを特徴とする請求項7～21のいずれかに記載の試料処理チップであり、多数のピンにより表面張力で試料を保持することができる。

【0052】

第26の発明は、チップ間に配設されて流路を連絡するシートコネクタであって、シートに流体の流れ方向に貫通する微細孔群が形成されたことを特徴とするシートコネクタであり、流体の流れの部分のみ流体の移動が可能となるとともに、流体の流れの部分以外ではシールとして機能する。

【0053】

第27の発明は、微細孔群が、流れ方向に流路断面積が縮小する円錐状の微細孔から構成されていることを特徴とする請求項26記載のシートコネクタであり、逆流を防止することができる。

【0054】

第28の発明は、微細孔群が、流れ方向に流路断面積が一旦縮小し再度拡大する鼓状の微細孔から構成されていることを特徴とする請求項26記載のシートコネクタであり、圧力が加わっていないときは密封性が高く、圧力が加わったときには双方向にスムーズに流体を流すことができる。

【0055】

第29の発明は、シートが弾性材料から構成されたことを特徴とする請求項26～28のいずれかに記載のシートコネクタであり、より効果的に流体の通過と、逆流防止や密閉を行うことができる。

【0056】

以下、本発明の実施の形態について、図1～図8を用いて説明する。

【0057】

(実施の形態1)

本発明の実施の形態1におけるマイクロポンプと試料処理チップについて説明する。図1(a)は本発明の実施の形態1におけるマイクロポンプの分解説明図、図1(b)は(a)のマイクロポンプのX-X断面図、図2(a)は本発明の実施の形態1のマイクロポンプを積層した試料処理チップの分解斜視図、図2(b)は(a)の試料処理チップを構成する流路制御チップの拡大一部破砕図、図3は本発明の実施の形態1のマイクロポンプとそれを積層した試料処理チップの制御装置を示す図、図4は本発明の実施の形態1における試料処理チップの積層完了を検知する装着検知部の要部の説明図である。

【0058】

図1(a), (b)において、1は化学反応して高圧ガスを発生させこのガスの圧力で連通する他のチップのリザーバに収容された試料Mを送ることができるマイクロポンプ、2はマイクロポンプ1の第1構造材、2aは第1構造材2に形成された凹部、3はマイクロポンプ1の第2構造材、3aは第2構造材3に形成された凹部である。4は凹部2a, 3a内に収容され化学反応を起こすことによってガスを発生させる反応剤、5は反応剤4に熱や圧力を加えて反応を開始したり中断、停止させる反応開始部である。反応開始部5は、反応温度にもよるが、発熱体で加熱するのが制御が容易でマイクロマシンに最も好適である。このほか、圧力を加えることで反応を開始させるもの等でもよい。6は凹部2a, 3aが形成する反応チャンバ、7は反応チャンバ6から反応した高圧のガスを他のチップに導くためのチャネル、8はチャネル7の端部に設けられ他のチップと接続するための連通孔(本発明の吐出口)である。

【0059】

なお、図4に外観を示すように反応剤4を小反応剤に分割し、小反応剤単位で反応させると反応ガスの制御が容易となる。さらに、反応開始部5も分割して小反応開始部を多数設け、小反応開始部と小反応剤と対応させることで小反応剤単位で反応を進めることができる。そして小反応開始部だけを複数設け、1つの反応剤4に対して所定の小反応開始部だけを動作させることにより、同様の作用効果が得られる。

【0060】

第1構造材2は反応剤4を反応チャンバ6内に收容するシート状、薄板状の上ケーシングであり、同様に第2構造材3は反応チャンバ6内に收容するシート状、薄板状の下ケーシングである。第1構造材2、第2構造材3は金属、セラミック、ガラス、樹脂等から構成され、厚さは数十 μm ～数 mm である。反応チャンバ6を構成する凹部2a、3aやチャネル7、連通孔8等の各細部を加工する方法としては、エッチング、機械加工、レーザ加工、プラズマ加工、印刷あるいは光造形等が適当である。

【0061】

化学反応してガスを発生する反応剤4には様々の材料があるが、アジ化ナトリウム、テトラゾール類、重曹等が望ましい。アジ化ナトリウムとテトラゾール類は、 150°C 以上を加えたとき反応し、 N_2 ガスを発生し、重曹は 100°C 以上を加えたとき反応して、 N_2 、 CO_2 ガスを発生する。このように N_2 、 CO_2 ガス等の不活性ガスを発生させるため、人体や環境に影響を与えることもなく、試料Mにも影響せず、マイクロポンプ1として安全性の高いものとなる。また、反応剤4として、テトラゾール類、重曹等の非汚染薬剤を用いることにより、廃棄時等においても安全性が高いマイクロポンプ1を実現できる。

【0062】

このように実施の形態1のマイクロポンプ1は、各構造材と反応剤4と反応開始部5を積層することにより、反応剤4と反応開始部5の位置を正確に対応させることができ、これによって微小領域で直接的に制御可能になり、反応速度が高速化され、応答性のよいマイクロポンプ1を実現できる。また、薄板状の構造材を積層した構成であるため、マイクロポンプ1はチップ構造となり、他のチップ

と組み合わせられて、多様な用途のための試料処理チップを構成することが可能になる。

【0063】

次に、流路制御チップ、反応検出チップ等の他のチップモジュールとマイクロポンプ1を組み合わせた試料処理チップについて説明する。図2 (a), (b)において、1aは反応開始部5を除いたマイクロポンプ本体を構成するポンプチップ(本発明のポンプ構造材)、12はポンプチップ1aを積層するとき間に介在させるシール材、12aは連通孔8と接続される開口、13はマイクロポンプ1から送られた反応ガスによって試料Mを吐出するとき流れの制御を行うための流路制御チップ、14は流路制御チップ13が積層される反応検出チップ(本発明の処理チップ)である。なお、流路制御チップ13と反応検出チップ14は1枚のチップとすることもできる。

【0064】

そして、ポンプチップ1aと流路制御チップ13とで流路制御ユニットとしての1チップを構成し、これを反応検出チップ14上で積層して、全体として2チップの積層した試料処理チップとすることもできる。また、ポンプチップ1aと流路制御チップ13を1枚のチップとすることもできるし、さらに、ポンプチップ1aと流路制御チップ13と反応検出チップ14を1チップにした完全な1チップの試料処理チップとすることもできる。但し、反応開始部5はこのチップとは別体とするのがよい。さらに、反応開始部5はこのチップから着脱可能として、例えば試料処理チップが搭載される分析装置(図示されない)側に設置することで、繰り返し利用することができる。

【0065】

そこでこの流路制御のためモジュール化された流路制御チップ13について説明する。15は、流路制御チップ13に設けられ、振動を加えたときの弁体の慣性、及びV字状の内壁面からの反力、さらに供給される流体の圧力とにより開閉されるマイクロバルブである。16はこのマイクロバルブ15の弁体、17はバルブチャンバ、17aは弁体16と係合して流れを遮断したり通過させるV字状の弁座、18はマイクロバルブ15に接続されたチャンネルである。19は上面の

開口がシール材 12 の開口 12a と連通孔 8 に連通され試料 M を充填するリザーバ、20 はマイクロバルブ 1 の弁体 16 に対して流れと直交する方向から加振するための圧電素子である。なお、本実施の形態 1 においては流路制御のための手段としてマイクロバルブ 15 を説明するが、これは本発明の好ましい実施の形態を示しているにすぎず、これに限られないのは当然であり、ダイヤフラムバルブやその他の微小構造が可能な流路制御手段を用いることも可能である。

【0066】

次に、試料 M を化学反応させるためモジュール化した反応検出チップ 14 の説明をすると、21 は測定のための各種センサ 39c (後述する) が設けられた検出部、22 は所定の流体回路に構成された反応部である。

【0067】

そして、これらのチップにおいてチャネル 18 や検出部 21 のチャネル幅は数 μm ~ 数百 μm であり、バルブチャンバ 17 の幅はこれより大きいが概ねこれと同じオーダーであり、弁体長はチャネル幅の 2 ~ 10 倍程度である。また、マイクロバルブ 15 において、リザーバ 19 側からの圧力 (背圧) があると、弁体 16 は弁座 17a とクサビ効果によりガタつかず嵌合することができる。すなわち、傾斜面に対して背圧の方向から力を加えることで、テコの原理により増力されるためである。

【0068】

続いて、以上説明したマイクロポンプ 1 とそれを積層した試料処理チップの制御装置について説明する。図 3 において、20a は圧電素子 20 を構成する PZT (チタン酸ジルコン酸鉛) 等の圧電層、20b は圧電層 20a に電圧を印加する電極シートである。圧電層 20a を挟んで対向している電極シート 20b の一方は接地され、他方に制御のための所定駆動周波数の電圧が加えられる。

【0069】

29 は実施の形態 1 のマイクロポンプ 1 と試料処理チップ全体の制御を行う制御装置、30 はマイクロポンプ 1 の反応開始部 5 を作動させる反応駆動部、31 は制御装置のシステム全体を制御する中央制御部 (本発明の制御部)、32 は電源部である。33 は電源部 32 から供給される電流や電圧の周波数や振幅を変化

させたり、波形を整形したりする波形制御部、34はこの波形制御部33で行う波形の整形に対して外部から制御動作ごとに指定して制御することができる入力部、35は波形制御部33で整形されたアナログ制御信号の振幅を制御するアンプである。アンプ35からの駆動電流が正負に変化することで、圧電素子20が膨張と伸縮を繰返すことが可能になる。

【0070】

36はディスプレイ（図示しない）に表示を行う表示部、37はD/A変換器、38は中央制御部31のための制御プログラムやデータを格納した記憶部、38aは反応駆動部30への給電タイミングやマイクロバルブ15の制御動作ごとに制御データが格納された制御テーブルである。

【0071】

39aはチャンネル7に設けられた圧力センサ、39bはマイクロバルブ15の弁座17a近傍のチャンネル18に設けられた振動検出センサ、39cは検出部21に設けられた各種センサである。なお、中央制御部31は中央処理装置（CPU）に記憶部38から制御プログラムを読み出して動作する機能実現手段として構成される。従って、中央制御部31と入力部34、表示部36、記憶部38、制御テーブル38aを反応駆動部30やバルブ制御装置と分けてパソコン等で構成することもできる。この場合、反応駆動部30やバルブ制御装置は着脱自在となる。そして、バルブ制御装置からの駆動出力はアナログ信号であるのに対して、中央制御部31からの制御信号は専らデジタル信号であるため、途中でD/A変換の必要がある。できるだけ中央制御部31側でデジタル処理し、アナログ処理を簡単にするのが好ましい。また制御装置29は、ポンプチップ1aや流路制御チップ13や反応検出チップ14を交換するときには、繰返し利用されるのは明らかである。

【0072】

図3、図4に基づいて各チップの積層状態の認識を行う構成について説明する。図3、図4において、40、40aはポンプチップ1aの上面に形成され電源部32aと接続された電極、41、41aはポンプチップ1aの下面に形成された電極、42、42aは流路制御チップ13上で結線して設けられ、ポンプチッ

プ 1 a を流路制御チップ 1 3 上に積層したときそれぞれ電極 4 1, 4 1 a と接触して導通する電極である。電極 4 0 と電極 4 1 はポンプチップ 1 a の上下面間が結線され、電極 4 0 a と電極 4 1 a はポンプチップ 1 a の上下面間が結線されている。同様に、4 3, 4 3 a は流路制御チップ 1 3 の上面に形成され電源部 3 2 a と接続された電極、4 4, 4 4 a は流路制御チップ 1 3 の下面に形成された電極、4 5, 4 5 a は反応検出チップ 1 4 上で結線して設けられ、流路制御チップ 1 3 と反応検出チップ 1 4 を積層したときそれぞれが電極 4 4, 4 4 a と接触して導通する電極である。電極 4 3 と電極 4 4 は流路制御チップ 1 3 の上下面間が結線され、電極 4 3 a と電極 4 4 a は流路制御チップ 1 3 の上下面間が結線されている。4 6 は電極 4 1, 4 1 a と電極 4 2, 4 2 a、電極 4 4, 4 4 a と電極 4 5, 4 5 a が接触したことを導通（電圧変化）で検知する装着検知部である。電極 4 0, 4 0 a、電極 4 1, 4 1 a 等を含め、この装着検知部 4 6 が本発明の認識手段である。

【0073】

ポンプチップ 1 a と流路制御チップ 1 3 が正しく装着されると、電極 4 1, 4 1 a と電極 4 2, 4 2 a が接触し、電極 4 2, 4 2 a 間は結線されているため導通し、装着検知部 4 6 により両チップが正しく装着されたことを検知する。同じく流路制御チップ 1 3 と反応検出チップ 1 4 を積層したとき、電極 4 4, 4 4 a は電極 4 5, 4 5 a と接触することにより導通し、両チップが正しく装着されたことを検知するものである。これらの導通信号は、ポンプチップ 1 a と流路制御チップ 1 3 との積層位置が一致したことを示すもので、位置合致信号として中央制御部 3 1 に入力される。中央制御部 3 1 においては、この位置合致信号が入力されるまでは反応開始部 5 への給電を停止するための反応停止フラグが立っており、位置合致信号の入力でこの反応停止フラグが OFF される。

【0074】

次に実施の形態 1 の制御装置 2 9 でマイクロポンプ 1 と流路制御チップ 1 3、さらに反応検出チップ 1 4 を制御するときの制御方法について図 3 に基づいて説明する。まず、マイクロポンプ 1 を制御するときの説明を行う。まず、これらのチップを積層し、装着検知部 4 6 によってこれを検知し、この検出信号に基づき

中央制御部 31 がディスプレイ（図示しない）上にチップ装着完了のメッセージを表示する。さらに、この検出信号が入力されない限り、中央制御部 31 による反応開始部 5 に対する電圧の印加、マイクロバルブ 15 を駆動するための圧電素子 20 への給電は解除されない。

【0075】

次いで、ディスプレイ上に入力／操作画面を表示し、必要な設定を入力部 34 から行う。試料処理チップが異なれば試料 M もそれぞれ異なるため、どの反応検出チップ 14 を装着したかで、反応も処理も異なるからである。試料 M の反応ごと（試料処理チップごと）にマイクロポンプ 1 の動作、マイクロバルブ 15 の開度あるいは開閉、検出部 21 の各種センサ 39c の動作がそれぞれ設定される。

【0076】

ディスプレイ上でマイクロポンプ 1 の動作開始を命じると、中央制御部 31 は、入力された設定値と共に制御テーブル 38a から制御の目標値となる制御データを取り出し、制御を開始する。目標値は一定値に限らず、時間的に変化するものも含まれる。反応駆動部 30 が動作して電源部 32a の電源電圧を所定の電圧に変換して反応開始部 5 に印加する。実施の形態 1 の反応開始部 5 はヒータ等の加熱手段であり、加熱を開始する。所定のタイムラグで反応剤 4 が反応を開始し、急速に高圧化し、所定の反応ガスがチャネル 7 に吐出される。チャネル 7 には圧力センサ 39a が設けられており、この圧力を検出して中央制御部 31 にフィードバックする。目標値となる所定の圧力あるいは所定の流量より小さい場合には、中央制御部 31 は反応を促進するため反応開始部 5 の更なる加熱を行う。また、この圧力と流量の目標値を越えたときは、中央制御部 31 は反応駆動部 30 に加熱を抑えるよう命じ、さらに所定の閾値を越えたときは加熱を停止させ、反応剤 4 の発熱を止める。

【0077】

ところで、中央制御部 31 は反応駆動部 30 に対して上述の制御を行うとともに、波形制御部 33 に圧電素子 20 の駆動を命じる。これにより、圧電素子 20 が振動し、マイクロバルブ 15 が開閉し、または開度が変わる。反応ガスの背圧が試料 M に加わるためマイクロバルブ 15 を開いたときは一挙に開放され、試

料Mが弁座17a近傍のチャンネル18に流出する。これを振動検出センサ39bによって2ヶ所で振動変化を検出して流速を検出する。振動検出センサ39bで検出した信号は中央制御部31に送られ、雰囲気温度が分かれば液体の流速を算出することができる。

【0078】

マイクロバルブ15から流出した試料Mは、反応検出チップ14の検出部21に流入する。ここには各種センサ39cが設けられており、それぞれ所定の検出が実行される。この試料Mは反応部22で所定の反応（本発明の処理）のために供される。ところで、図2、図3においては図示していないが、検出部21を反応部22の後に設けてもよい。この場合、各種センサ39cで処理状態を示す反応生成物を検出する。この場合、各種センサ39cは、蛍光反応等を利用して反応生成物の量を光学的強度の変化で検出するものでも、反応生成物の量をインピーダンス変化として検出するものでもよい。

【0079】

このように実施の形態1のマイクロポンプと試料処理チップは、各チップを積層したことを装着検知部46が検知し、この検出信号が中央制御部31に入力されない限り、チップ装着完了の報知は行わないし、反応開始部5と圧電素子20への給電も解除されない。従って、各チップを組み立てる前に誤って反応開始部5を動作させ反応剤4を反応させたり、試料Mを反応させたりすることがない。また、複数のチップを積層するときに、上面と下面の電極の位置をそれぞれ各チップ間で関係付けて配置することにより積層順や方向を誤ることはないし、誤って装着しても装着検知部46で検出が可能である。さらに異なる組合せの試料処理チップにおいては、組合せごとに異なる位置に予め電極を配置しておくことで、誤ったチップの組合せにより装着しても装着検知部46で検出が可能である。

【0080】

また、制御の目標値を制御テーブルに格納しておき、所定の制御を指定すると制御テーブルの制御データに従って制御することで、期待する所定の特性を安定して実現できる。さらに吐出圧と流量をフィードバックして制御性を向上させることができる。また、流路制御チップ13は、試料Mの検出や反応を行う反応検

出チップ 14 上に積層でき、様々な反応検出チップ 14 と組み合わせることができるため、多様な用途をもつ試料処理チップを構成することができ、多様な用途ごとにそれぞれ最適の制御を行うことができる。なお、以上説明した実施の形態 1 の試料処理チップは、1 つの試料処理チップに 1 個のマイクロポンプ 1 と 1 個の反応検出流路（流路制御チップ 13、反応検出チップ 14）を形成したものである。これに対し、1 つの試料処理チップに複数の独立したマイクロポンプ 1 を設けるとともに、複数の独立した反応検出流路を形成することもできる。

【0081】

（実施の形態 2）

実施の形態 1 の試料処理チップは、各チップの電極が接触することを利用してチップ装着完了の報知を行うことにより、各チップの装着ミスの有無を検出するものであった。実施の形態 2 のマイクロポンプとそれを積層した試料処理チップは、装着ミスの有無を検出するのではなく、各チップの積層順を正しく認識するものである。図 5（a）は本発明の実施の形態 2 におけるマイクロポンプとそれを積層した試料処理チップの積層順の光学的認識の説明図、図 5（b）は本発明の実施の形態 2 におけるマイクロポンプとそれを積層した試料処理チップの積層順の物理的認識の説明図である。

【0082】

図 5（a）において、47a、47b、47c はそれぞれポンプチップ 1a、流路制御チップ 13、反応検出チップ 14 の表面に形成された光学的認識マークである。光学的認識マーク 47a、47b、47c には、各チップを表す色のマーク、数字・文字のマーク、光透過率・反射率で判別する反射マーク、バーコードによるマーク等がある。

【0083】

各チップの積層順を光学的認識マーク 47a、47b、47c の順序として予め対応付けておけば、光学的認識マーク 47a、47b、47c の順序から直ちに積層順にミスがあったことを認識できる。また、図 5（a）に示すように、光学的認識マーク 47a、47b、47c を設ける位置をずらし、積層順に並ぶようにするのもよい。この場合、各チップを積層したとき一方向から見ると、光

学的認識マーク 47a, 47b, 47c が順序正しく並び、装着順に誤りがないことが一見して判別できる。

【0084】

この光学的認識マーク 47a, 47b, 47c の認識は人手によって行うこともできるが、撮像素子や受光素子等の判別手段で検出し（図示しない）、中央制御部 31 に検出信号を入力することにより、自動認識が可能になる。ここで判別手段は着脱可能に構成するのがよく、ポンプチップ 1a, 流路制御チップ 13, 反応検出チップ 14 を交換するときにも繰り返し利用することができる。このとき実施の形態 1 の電極と同様に、撮像素子や受光素子等の検出信号を中央制御部 31 に入力して各チップの認識を行うが、同時にチップが所定の位置に配置され、各チップの位置が一致したことを検知して、反応停止フラグを OFF することができる。なお、実施の形態 1 と同様に、各チップの位置が一致しないときはチップ装着完了のメッセージを出す前に、「装着順に問題があります。装着順を所定の光学的認識マーク 47a, 47b, 47c の順に変更して下さい」等の警告を出すことができる。なお、以上、本実施の形態では、判別手段は、チップの面垂直方向から認識した場合について説明したが、面水平方向からチップの端面部を認識することでも同様の効果が得られることは明らかである。

【0085】

続いて、図 5 (b) に基づいて判別手段が物理的に装着順を認識する場合について説明する。図 5 (b) において、48a, 48b, 48c はそれぞれポンプチップ 1a, 流路制御チップ 13, 反応検出チップ 14 に形成された物理的認識マークである。物理的認識マーク 48a, 48b, 48c は、各チップに形成された突起や切り欠き、開口がある。

【0086】

各チップの積層順を物理的認識マーク 48a, 48b, 48c の順序として予め対応付けておけば、光学的認識マーク 47a, 47b, 47c と同様に、直ちに積層順にミスがあったことを認識できる。また、図 5 (a) に示すように、物理的認識マーク 48a, 48b, 48c を設ける位置をずらして積層順に並ぶようにするのが好適である。

【0087】

物理的認識マーク48a, 48b, 48cは、光学的認識マーク47a, 47b, 47cと同様に、撮像素子や電極で検出し（図示しない）、中央制御部31に検出信号を入力することにより、自動認識が可能になる。なお、図5（b）に示すように、突起を1つずつずらし、リミットスイッチ等の物理的検出手段で検出し（図示しない）、正しく積層したときは通電することによって積層順の判別をさせてもよい。実施の形態1のような結線を設けなくとも簡単に装着ミスの判別が可能になる。また光学的認識マークの場合と同様に物理的検出手段は、着脱可能に構成するのがよい。

【0088】

（実施の形態3）

本発明のポンプチップ1a, 流路制御チップ13, 反応検出チップ14は、積層して用いるので、チップ間のガスや液体の移動が可能な状態で、チップ間のガスや液体が漏れ出さないようにシールを確実に行う必要がある。実施の形態3のポンプチップ1aとこれを積層した試料処理チップは、チップ間のガスや液体の移動が可能な状態で、チップ間のガスや液体が漏れ出さないようにシールを確実に行うことができ、製造や装着が容易なものである。図6（a）は本発明の実施の形態2におけるマイクロポンプとそれを積層した試料処理チップのシートコネクタの説明図、図6（b）は（a）のシートコネクタで一方向の逆流を防止できるもののA部拡大図、図6（c）は（a）のシートコネクタで双方向のガス圧力が働いたときにガスの通過を容易にできるもののA部拡大図である。

【0089】

図6（a）, （b）, （c）において、49は各チップの流路を連絡し、反応剤4から発生する反応ガスやチップ間を移動する液体を確実にシールし外部に流出させず、反応ガスや流体の移動方向には透過させるシートコネクタである。シートコネクタ49はポリプロピレンやテフロン（登録商標）等の樹脂やゴム／エラストマ等が好適で、弾性があるってポンプチップ1aと流路制御チップ13とのシール材として機能するものが望ましい。シートコネクタ49は、反応ガスや流体の移動する所定の位置に孔加工等を行う必要がなく、簡便にシールを行うこと

ができる。

【0090】

49aは流路断面が変化しないで貫通するストレートな微細孔（本発明の微細孔群）、49bは流路制御チップ13側の流路断面積が縮小する円錐状の微細孔、49cは流路制御チップ13側に向い流路断面積が一旦縮小し、再度拡大する鼓状の微細孔である。ポリプロピレンやテフロン（登録商標）等はガス透過膜として利用されることも多く、シートコネクタ49に微細孔49a、49b、49cを形成しなくともシートコネクタ49としての最小限の機能は奏するが、微細孔49a、49b、49cを形成した方が反応ガスの流動が容易となる。

【0091】

ポンプチップ1aに微細孔49aを形成したシートコネクタ49を取り付けると、微細孔49a画内場合と比較して反応ガスの比較的圧力損失が少ないため、効果的に試料Mに圧力を加えることが可能になる。そして、図6（b）に示す微細孔49bを形成した場合には、流れに方向性を与えることができる。すなわち、反応ガスが流路制御チップ13側に流れるのは容易であるが、逆に流路制御チップ13内のリザーバ19に充填した試料Mはきわめて流れ難く、逆流を防止できる。このほか試料Mが漏れ出す、混合汚染いわゆるコンタミを防止することができる。さらに、図6（c）に示す微細孔49cを形成した場合には、圧力がかかっていないときは密閉性が高く、圧力が加わるといずれの方向からもスムーズに流体を流すことができる。

【0092】

なお、シートコネクタ49に設けられる微細孔49a、49b、49cは、通過する流体の特性／速度／圧力等に応じて複数の異なる孔径を1つのシートコネクタ49上に設けてもよいし、孔ピッチを等間隔／不等間隔に設けてもよい。さらには、微細孔49a、49b、49cは、シートコネクタ49の全面に設けることで、どの位置に連通孔8がある場合でも、同じシートコネクタ49を使うことができ、製造が容易で、経済的である。また、一部に設けた場合は、特定の位置では流体の移動を遮断することが可能となり、より機能の高いシートコネクタ49を提供できる。

【0093】

(実施の形態4)

実施の形態3のポンプチップ1aとこれを積層した試料処理チップは、未使用時の反応剤4を外部に流出させることなく、使用時には反応ガスを透過させるものであったが、実施の形態4の試料処理チップは、流路制御チップ13に試料Mを充填した後、外部に漏れ出さないようにするコンタミ防止のための構成である。図7(a)は本発明の実施の形態4における試料処理チップの第1のコンタミ防止構成の説明図、図7(b)は本発明の実施の形態4における試料処理チップの第2のコンタミ防止構成の説明図、図7(c)は本発明の実施の形態4における試料処理チップの第3のコンタミ防止構成の説明図、図8(a)は本発明の実施の形態4における試料処理チップの第4のコンタミ防止構成の説明図、図8(b)は本発明の実施の形態4における試料処理チップの第5のコンタミ防止構成の説明図、図8(c)は本発明の実施の形態4における試料処理チップの第6のコンタミ防止構成の説明図である。

【0094】

図7(a), (b)において、50は弾性多孔質の材料で構成されたコンタミ防止用のシール材、51はシール材50の上面に貼着されたゴム等の弾性体、52は試料Mの注入の際に弾性体51をとシール材50に加わる力を受けるためのシール材受け(本発明のシール材受け部)である。シール材受け52は同時に表面張力で試料Mをリザーバ19内に保持することができる。60は試料注入体であり、注射針と類似の形態を備えている。このシール材50は、通常のシールを図るだけでなく、試料のコンタミを防止し周囲に汚染が生じないようにするためのものである。

【0095】

また、図7(c)において、19aは試料注入用の開口が形成され、この開口と連通するリザーバ、19bはこのリザーバ19aの開口とは別に設けられたガス導入口である。

【0096】

さて、実施の形態4の試料処理チップにおいては、図7(a)に示すように、

試料注入体 60 がコンタミ防止用のシール材 50 を挿通して、リザーバ 19 内に試料 M を充填する。シール材 50 は弾性多孔質の材料から形成されているため、試料注入体 60 を抜いた後、直ちに孔が弾力で塞がり、これによって試料 M のコンタミは防止でき、搬送用の高圧ガスは多孔質のシール材 50 を透過することができる。なお以上説明では、シール材 50 は弾性多孔質の材料で構成されたもので説明したが、弾性体の材料で構成してもよく、この場合、試料注入体 60 で穿孔し弾力で塞がった孔が、搬送用の高圧ガスの圧力で再度開口され通過する。

【0097】

また、図 7 (b) の示すコンタミ防止用の構成は、シール材 50 に弾性体 51 を貼着したものである。この弾性体 51 が存在するため注入後の孔の閉塞が確実であり、シール材受け 52 が挿入するときの力を受けるため試料注入体 60 を挿入するのが容易であり、迅速に試料 M を充填することができる。また、シール材受け 52 の存在でリザーバ 19 の表面積が増大し、注入された試料 M が表面張力で保持される効果が得られる。

【0098】

図 7 (c) においては、リザーバ 19 a とガス導入口 19 b が別々に設けられている。リザーバ 19 a とガス導入口 19 b が分離されたため、マイクロポンプ 1 が繰返し使用されても、マイクロポンプ 1 の連通孔 8 へのコンタミが発生しない。

【0099】

また、図示はしないが、リザーバ 19, 19 a の周辺 (リザーバ 19, 19 a は除く)、ポンプチップ 1 a の外表面と連通孔 8、チャネル 7 の表面に撥水加工を施すのが、表面処理だけでコンタミ防止が容易に行え、コンタミ防止にきわめて有効であり、上述のコンタミ防止構成と併せて施すのが有効である。

【0100】

さらに、図 8 (a), (b), (c) において、53 は試料 M に対して不活性な流体、泡、ゲル剤から構成されリザーバ 19 に蓋をする柔軟性部材 (本発明のカバー材)、54 は綿や不織布等の吸収体、55 は多数立設されたピンである。

【0101】

図8 (a) に示すように、柔軟性部材53で試料Mの上を覆って遮断するので、試料Mが連通孔8側にコンタミして、漏れた試料Mで周辺が汚れることはないし、柔軟性部材ごと試料Mを移動させることができる。なお、この柔軟性部材53に代えて、発泡材等からなるガス通過材を用いるのでも同様の作用効果が期待できる。また、図8 (b) のコンタミ防止構成は、リザーバ19内に吸収体54を収容しておくものである。吸収体54は綿や不織布等であって毛管現象の作用で試料Mを保持するものである。しかしながら、高圧のガス圧が加えられるとチャンネル18に流出して搬送される。同様に、図8 (c) の構成も毛管現象で試料Mを保持するが、表面張力で保持するのがピン55である点が異なる。なお、このピン55は上述のシール材受け52の数が多くなり、より効果的に試料Mを保持できるものである。

【0102】

このように実施の形態4のポンプチップ1aとこれを積層した試料処理チップは、コンタミ防止を図り、試料をリザーバ内に確実に保持して、自由に持ち運ぶことができる。

【0103】

【発明の効果】

本発明のマイクロポンプによれば、マイクロポンプを微小なチップモジュール化することができ、反応剤を反応開始部で制御するから制御が容易で所定の特性を安定して実現でき、認識手段によって他のチップとの位置や組み合わせの一致を判断するため、他のチップとの装着ミスや誤動作がなく、安全かつ経済的である。

【0104】

認識手段が他のチップとの位置や組み合わせの一致を検出して合致信号を出力するため、自動的に位置や組み合わせの一致を検出でき、他のチップとの装着ミスや誤動作がなく、安全かつ経済的である。

【0105】

電極を設けるだけで他のチップとの位置や組み合わせの一致を検出して合致信号を出力するため、安価に構成できより経済的である。光学的認識マークによって

チップ認識及び／または組み合わせの判別を行う判別手段を備えたため、微小構造でチップモジュール化することができ、制御が容易で所定の特性を安定して実現でき、簡単にチップ認識が行え、他チップとの装着ミスや誤動作がなく、安全かつ経済的なマイクロポンプを提供することができる。物理的認識マークまたは電氣的認識マークにした場合には、簡単にチップ認識が行え、他チップとの装着ミスや誤動作がなく、安全かつ経済的なマイクロポンプを提供することができる。また、判別手段と制御部の少なくともいずれか一方が着脱自在であるから、判別手段や制御部を繰り返して使用でき経済的である。

【0106】

本発明の試料処理チップによれば、マイクロポンプや流路制御チップ、処理チップを微小なチップモジュール化することができ、反応剤を反応開始部で制御するから制御が容易で所定の特性を安定して実現でき、制御部により流路制御や試料処理制御を容易に行うことができる。

【0107】

流路制御チップと処理チップを扱い易いワンチップとすることができる。同様にマイクロポンプと流路制御チップが扱い易いワンチップとなる。さらに、マイクロポンプと流路制御チップと処理チップが扱い易いワンチップとなる。

【0108】

シートコネクタが設けられ、これがガス透過膜で構成されているため、吐出孔からガスだけを流路制御チップ側に移動し、試料がマイクロポンプ側に逆流することがなく、吐出孔以外のところではシールとして機能する。

【0109】

シートコネクタが微細孔群を備えているから、吐出孔部のみガス、液体等の流体を移動し、吐出孔以外のところではシールとして機能することができ、製造も容易である。微細孔群が流れ方向に流路断面積が縮小する円錐状の微細孔から構成されているため、逆流が防止でき、試料が漏れて周囲を汚す混交汚染（コンタミ）も防止できる。また、微細孔群が方向に流路断面積が一旦縮小し再度拡大する鼓状の微細孔から構成されてから、圧力が加わっていないときは密封性が高く、圧力が加わったときには双方向にスムーズに流体を流すことができる。弾性シ

ートから構成されたため、より効果的に流体の通過と、逆流防止や密閉を行うことができる。

【0110】

流路制御チップの少なくともリザーバの開口部には、弾性シートを有する混交汚染防止用のシール材が設けられたため、試料を注入した後、試料注入体を抜いた孔が弾力で塞がり、コンタミを防止できる。シール材が弾性多孔質の材料で構成されたから、試料を注入した後、試料注入体を抜いた孔が弾力で塞がり、搬送用の高圧ガスは透過することができるがコンタミは防止できる。

【0111】

シール材に弾性体が貼着されたため、試料注入体を抜いた孔の閉塞が確実に行える。リザーバ内にシール材受け部が設けられたから、試料注入体を挿入するときの力を受けるため試料注入体を挿入するのが容易となり、迅速に試料を充填することができる。また、シール材受け部の存在で注入された試料が表面張力で保持される。

【0112】

リザーバにガス導入口と異なった試料注入用の開口が連通されたので、試料注入用の開口とガス導入口が分離され、マイクロポンプが繰返し使用されても、マイクロポンプの連通孔へのコンタミが発生しない。リザーバの周囲が撥水加工されたため、コンタミ防止が表面処理だけで容易に行える。リザーバに試料を充填した上を覆うカバー材が設けられたから、カバー材が試料の上を覆って遮断するので、試料が連通孔側にコンタミして、漏れた試料で周辺が汚れることはない。

【0113】

カバー材として不活性な流体や泡やゲル材からなる柔軟性部材は、柔軟に形を変えてガスも透過するためコンタミをきわめて有効に防止でき、試料を保持することもできる。発泡材等からなるガス通過材はコンタミを防止するとともにガスは透過させることができ、試料を保持することもできる。

【0114】

リザーバに充填した試料を吸収する吸収体が設けられたため、吸収体が毛管現象の作用で試料を保持することができる。同様に、多数のピンにより表面張力で

試料を保持することができる。

【0115】

本発明のシートコネクタによれば、シートに流体の流れ方向に貫通する微細孔群が形成されたことにより、流体の流れの部分のみ流体の移動が可能となるとともに、流体の流れの部分以外ではシールとして機能する。

【0116】

微細孔群が流れ方向に流路断面積が縮小する円錐状の微細孔から構成されているため、逆流を防止することができる。同様に、流路断面積が一旦縮小し再度拡大する鼓状の微細孔から構成されているため、圧力が加わっていないときは密封性が高く、圧力が加わったときには双方向にスムーズに流体を流すことができる。さらに、弾性材料から構成されたため、より効果的に流体の通過と、逆流防止や密閉を行うことができる

【図面の簡単な説明】

【図1】

- (a) 本発明の実施の形態1におけるマイクロポンプの分解説明図
- (b) (a) のマイクロポンプのX—X断面図

【図2】

- (a) 本発明の実施の形態1のマイクロポンプを積層した試料処理チップの分解斜視図
- (b) (a) の試料処理チップを構成する流路制御チップの拡大一部破碎図

【図3】

本発明の実施の形態1のマイクロポンプとそれを積層した試料処理チップの制御装置を示す図

【図4】

本発明の実施の形態1における試料処理チップの積層完了を検知する装着検知部の要部の説明図

【図5】

(a) 本発明の実施の形態2におけるマイクロポンプとそれを積層した試料処理チップの積層順の光学的認識の説明図

(b) 本発明の実施の形態 2 におけるマイクロポンプとそれを積層した試料処理チップの積層順の物理的認識の説明図

【図 6】

(a) 本発明の実施の形態 2 におけるマイクロポンプとそれを積層した試料処理チップのシートコネクタの説明図

(b) (a) のシートコネクタで一方向の逆流を防止できるものの A 部拡大図

(c) (a) のシートコネクタで双方向のガス圧力が働いたときにガスの通過を容易にできるものの A 部拡大図

【図 7】

(a) 本発明の実施の形態 4 における試料処理チップの第 1 のコンタミ防止構成の説明図

(b) 本発明の実施の形態 4 における試料処理チップの第 2 のコンタミ防止構成の説明図

(c) 本発明の実施の形態 4 における試料処理チップの第 3 のコンタミ防止構成の説明図

【図 8】

(a) 本発明の実施の形態 4 における試料処理チップの第 4 のコンタミ防止構成の説明図

(b) 本発明の実施の形態 4 における試料処理チップの第 5 のコンタミ防止構成の説明図

(c) 本発明の実施の形態 4 における試料処理チップの第 6 のコンタミ防止構成の説明図

【図 9】

従来のマイクロポンプの構成図

【図 10】

従来の電気化学セル駆動ポンプの構成図

【図 11】

従来の化学合成用のマイクロリアクタチップの構成図

【符号の説明】

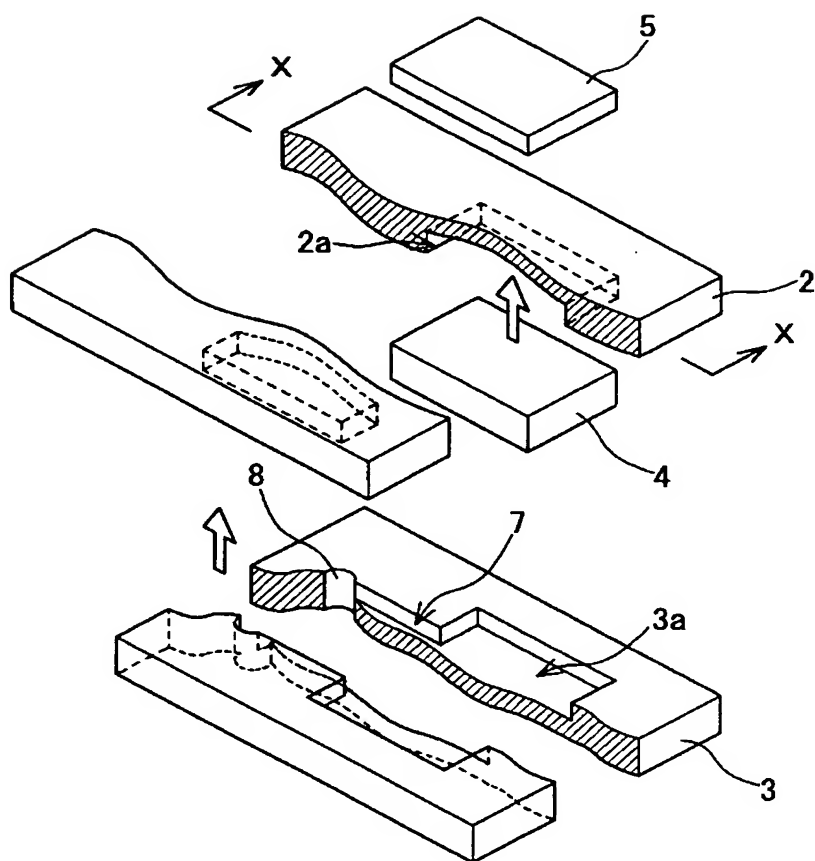
- 1 マイクロポンプ
 - 1 a ポンプチップ
 - 1 b 流路制御ユニットチップ
 - 1 c 吸引マイクロポンプ
- 2 第1構造材
 - 2 a, 3 a 凹部
- 3 第2構造材
- 4 反応剤
- 5 反応開始部
- 6 反応チャンバ
- 7 チャンネル
- 8 連通孔
- 12 シール材
 - 12 a 開口
- 13 流路制御チップ
- 14 反応検出チップ
- 15 マイクロバルブ
 - 15₁, 15₂, 15₃ マイクロバルブ機構
- 16 弁体
- 17 バルブチャンバ
 - 17 a 弁座
- 18 チャンネル
- 19, 19 a リザーバ
 - 19 b ガス導入口
- 20 圧電素子
 - 20 a 圧電層
 - 20 b 電極シート
- 21 検出部
- 22 反応部

- 29 制御装置
- 30 反応駆動部
- 31 中央制御部（本発明の制御部）
- 32, 32a 電源部
- 33 波形制御部
- 34 入力部
- 35 アンプ
- 36 表示部
- 37 D/A変換器
- 38 記憶部
- 38a 制御テーブル
- 39 小反応チャンバ
- 39a 圧力センサ
- 39b 振動検出センサ
- 39c 各種センサ
- 40, 40a, 41, 41a, 42, 42a, 43, 43a, 44, 44a,
- 45, 45a 電極
- 46 装着検知部
- 47a, 47b, 47c 光学的認識マーク
- 48a, 48b, 48c 物理的認識マーク
- 49 シートコネクタ
- 49a, 49b, 49c 微細孔
- 50 シール材
- 51 弾性体
- 52 シール材受け
- 53 柔軟性部材
- 54 吸収体
- 55 ピン
- 60 試料注入体

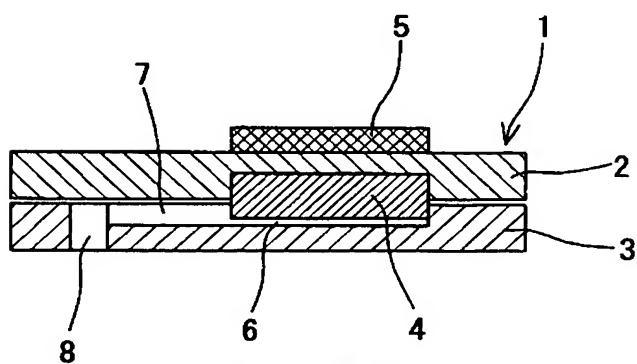
【書類名】

図面

【図 1】



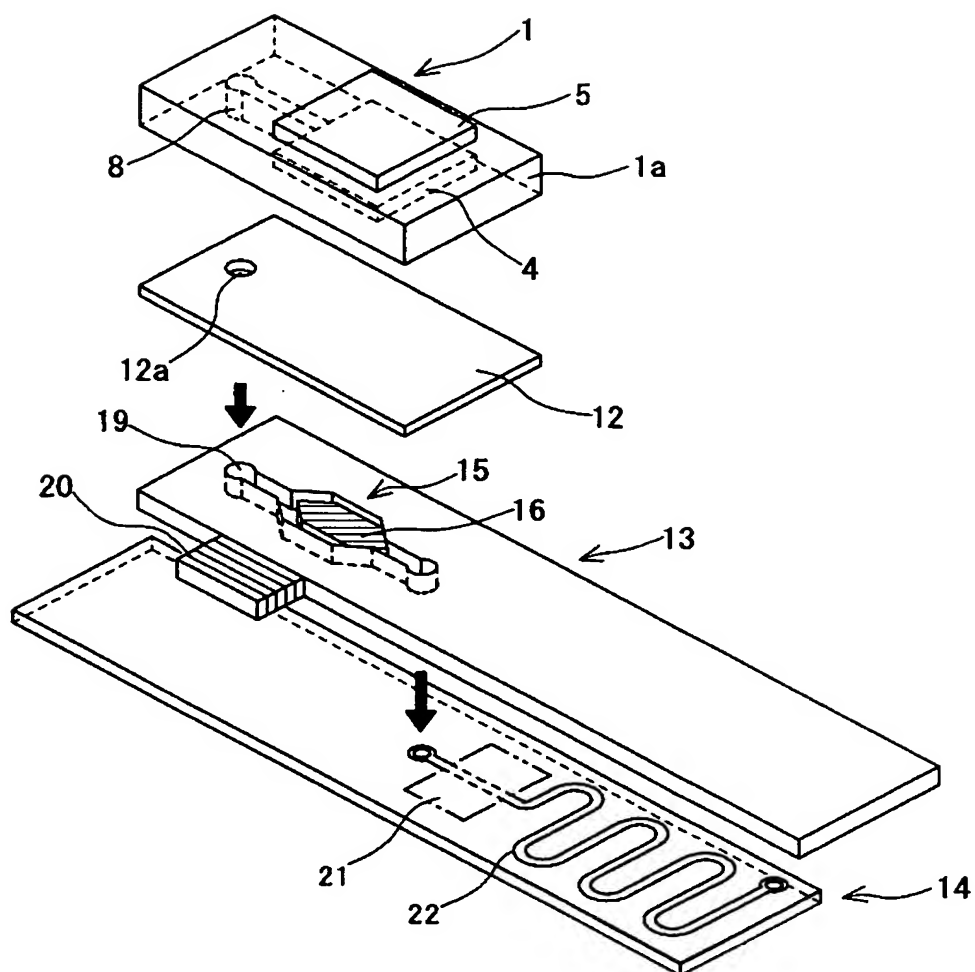
(a)



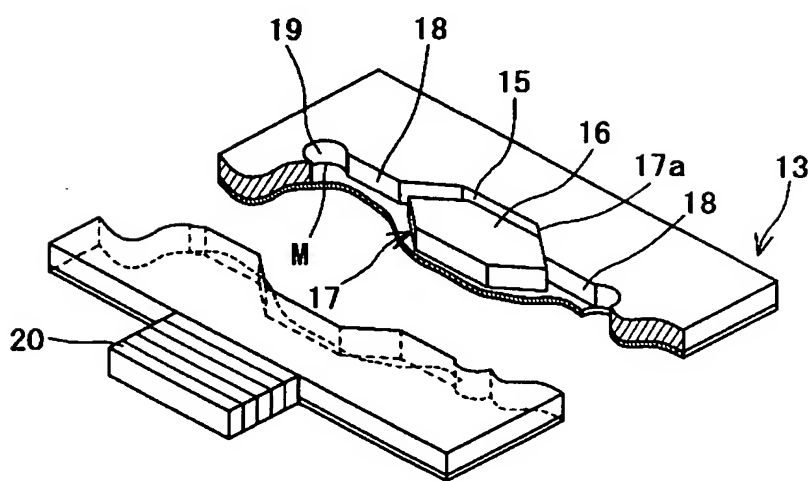
X-X断面

(b)

【図 2】

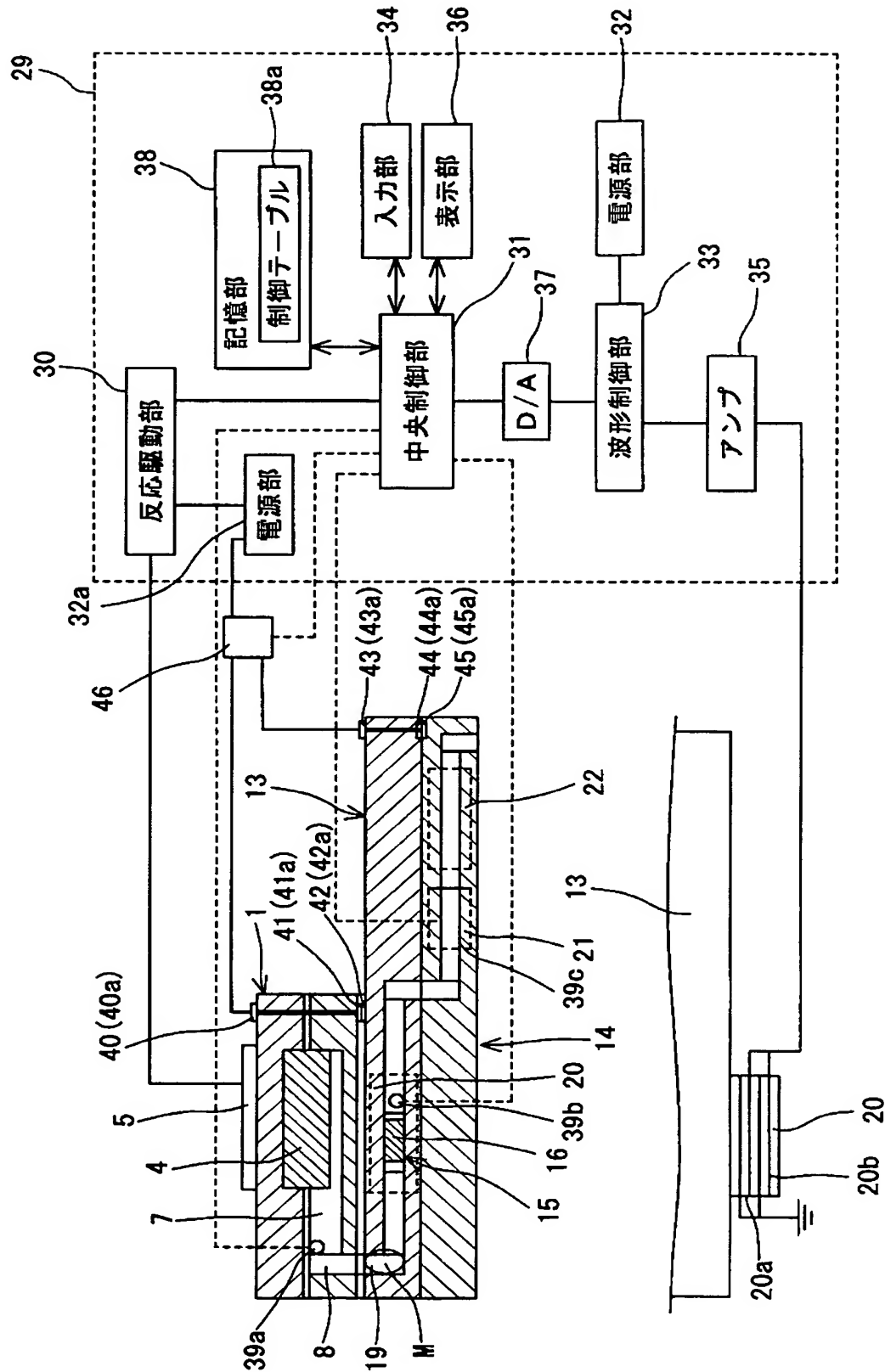


(a)

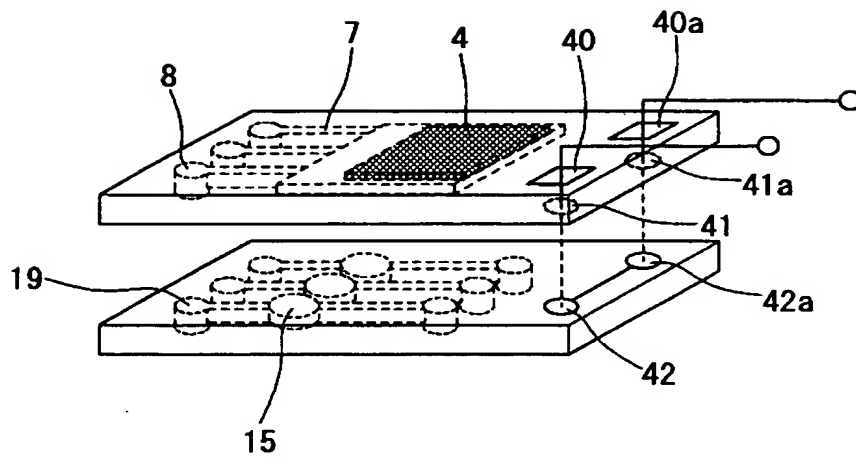


(b)

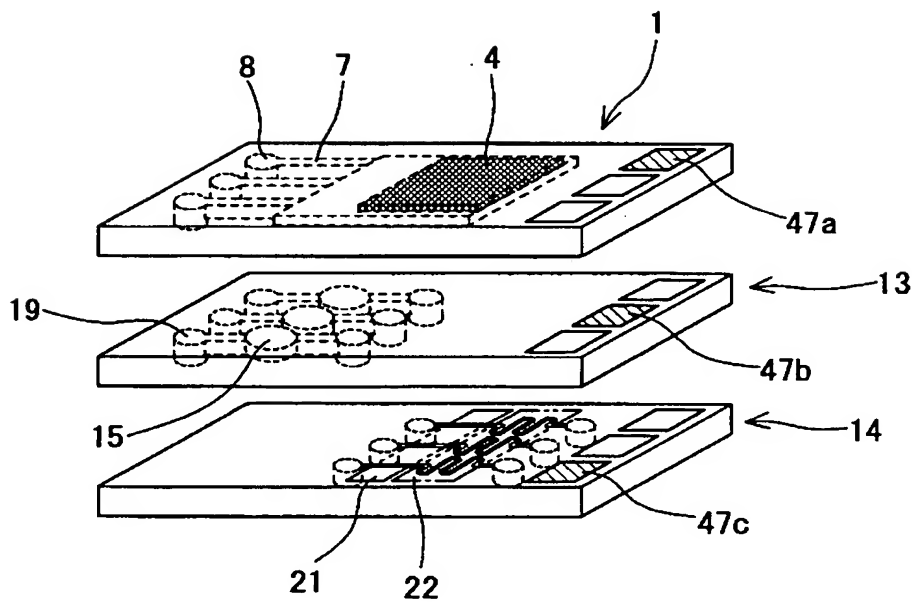
【図 3】



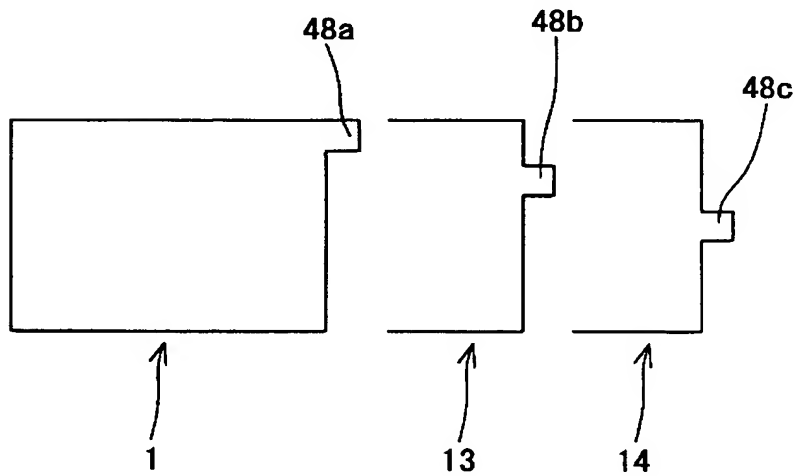
【図 4】



【図 5】

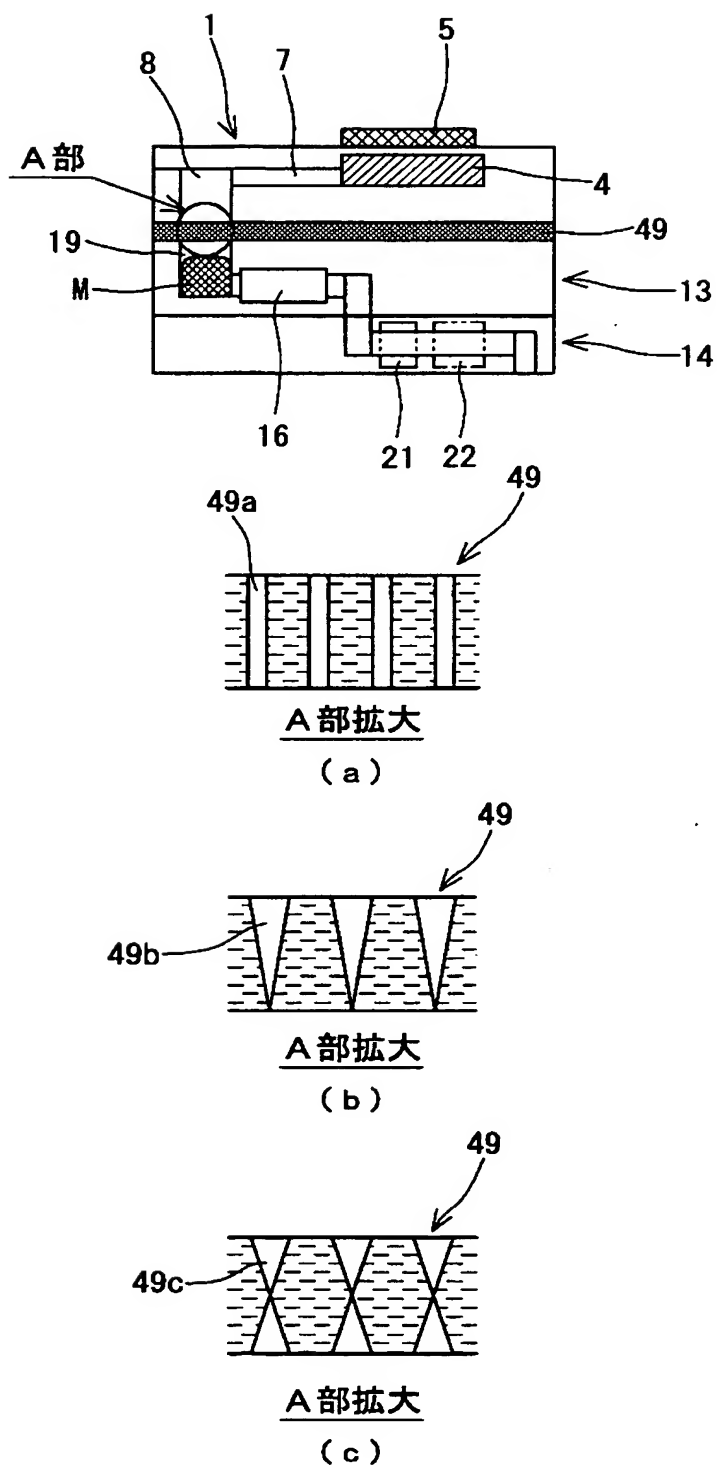


(a)

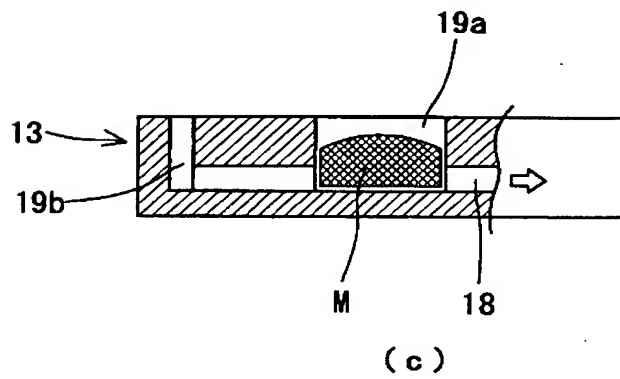
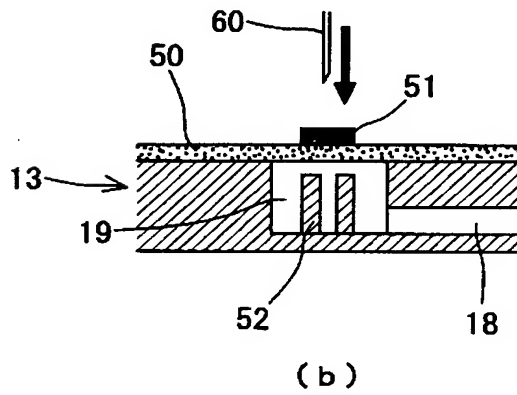
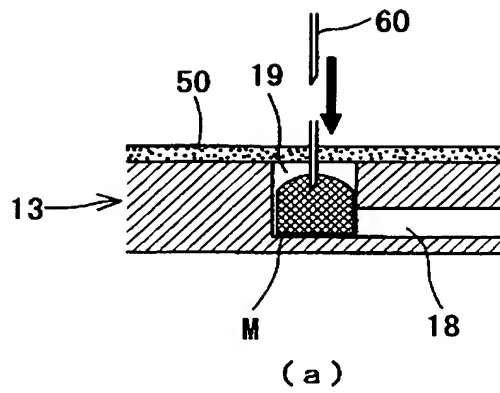


(b)

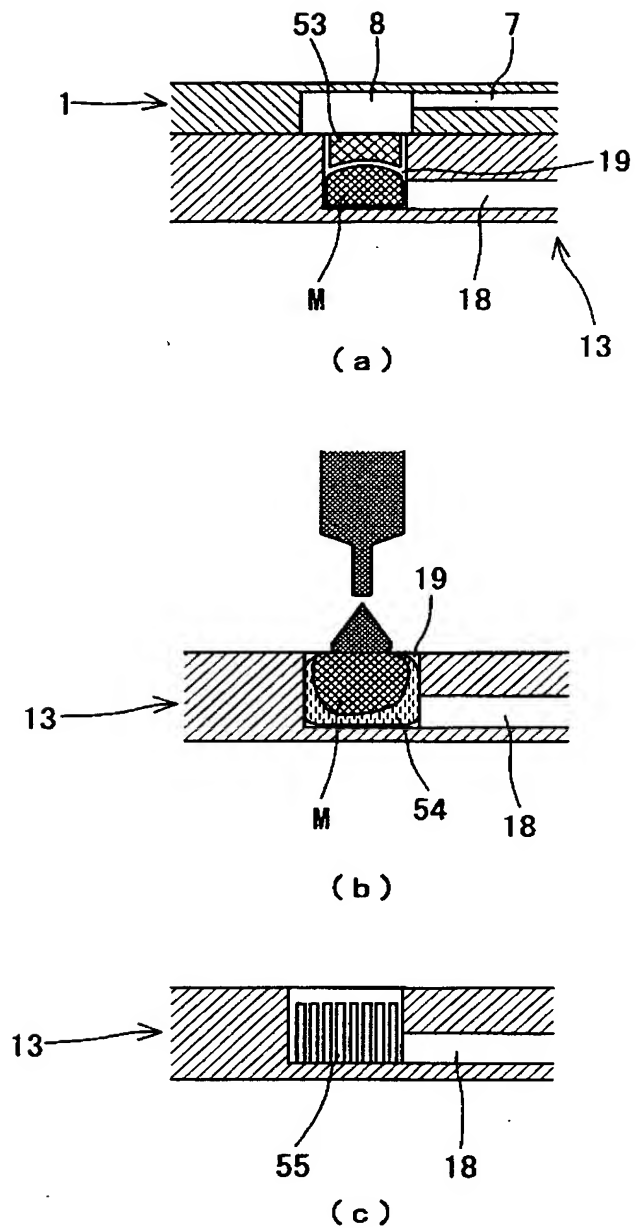
【図 6】



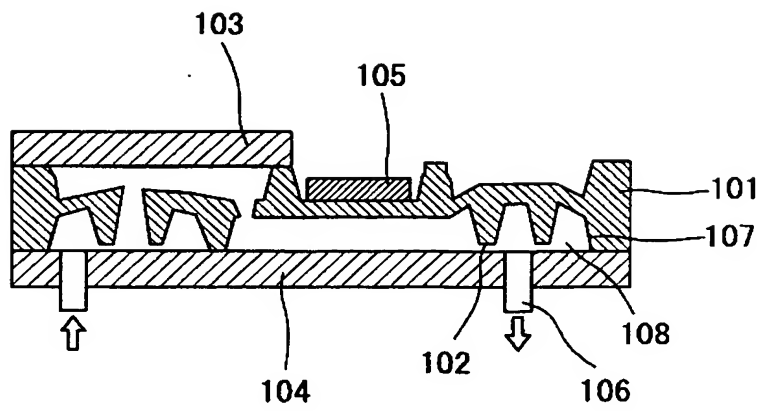
【図 7】



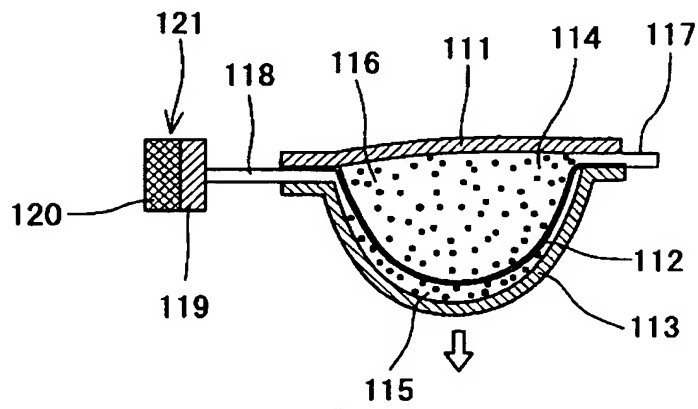
【図 8】



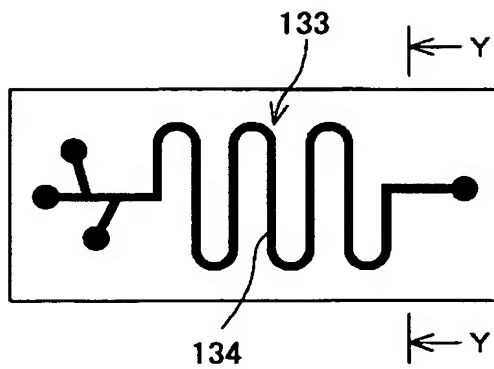
【図 9】



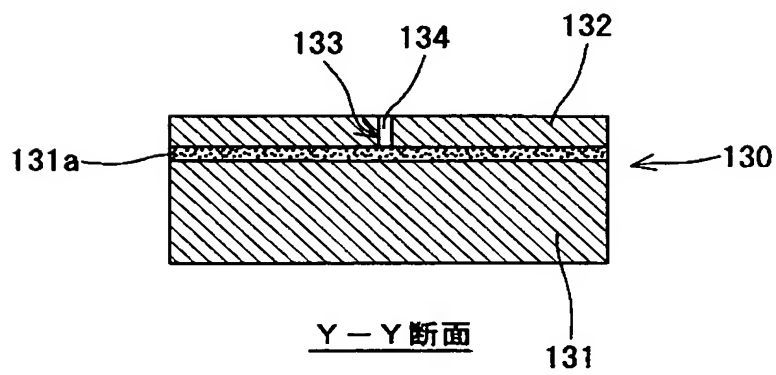
【図 10】



【図 11】



(a)



(b)

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、微小構造でチップモジュール化することができ、他チップとの装着ミスや誤動作がなく、繰返し利用できるマイクロポンプと試料処理チップ、及びシールコネクタを提供することを目的とする。

【解決手段】 本発明のマイクロポンプと試料処理チップは、反応チャンバ6が形成されたポンプチップ1aと、反応チャンバ6に収容され所定圧力のガスを発生する反応剤4と、反応剤4にガスを発生させる反応開始部5と、ガスを反応チャンバ6から吐出口に導くチャネル7と、中央制御部31とを備え、他のチップとポンプ構造材が組み合わされたとき、ガスを他のチップに供給し、ポンプチップ1aと他のチップとの位置及び／または組み合わせが一致した場合だけに合致信号を出力する装着検知部46と電極が設けられている。本発明のシールコネクタはシートに微細孔群が形成されている。

【選択図】 図3

特願 2 0 0 3 - 0 0 2 0 5 1

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名

松下電器産業株式会社